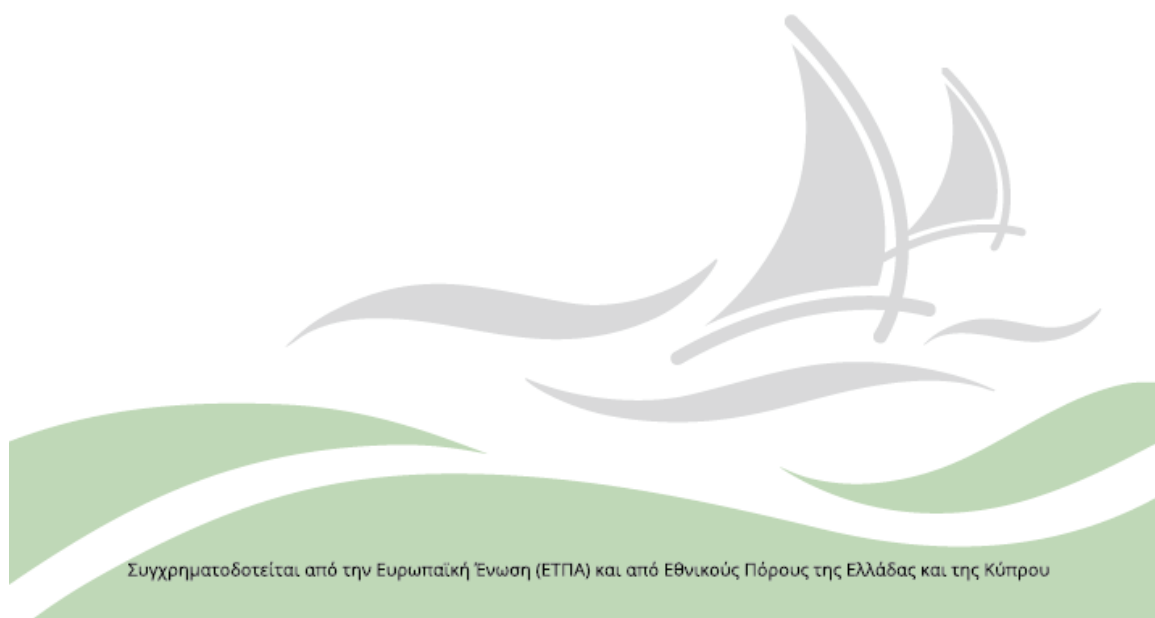




ΕΔΥΤΕ Α.Ε. , Π.Κρήτης & Π.Κύπρου - ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 6.χ.3 ΚΟΙΝΟ

Παραδοτέο 6.χ.3: Τεκμηρίωση της συμβολής του προγράμματος στην εξοικονόμηση ενέργειας

Ημερομηνία: 31/03/2020



Υπεύθυνος Συντάκτης Παραδοτέου: Γιάννης Φραγκιαδάκης

Ομάδα Εργασίας: Στέλιος Σαρτζετάκης
Γιάννης Φραγκιαδάκης
Κωνσταντίνος Μανασάκης
Γιώργος Η. Γεωργίου
Κώστας Χαραλάμπος
Νικόλας Χατζηγεωργίου
Μπάμπης Χαραλάμπος
Θεοδώρα Μόρφη

Έκδοση: Τελική

Ημερομηνία: 31/03/2020

Abstract: Παραδοτέο 6.χ.3: Τεκμηρίωση της συμβολής του προγράμματος στην εξοικονόμηση ενέργειας

Στο παρόν παραδοτέο τεκμηριώνεται η συμβολή του έργου στην εξοικονόμηση ενέργειας. Χρησιμοποιήθηκαν οι αναλυτικές μελέτες λειτουργίας των συστημάτων στις εγκαταστάσεις των εταιρών του έργου, τεκμηριώνοντας την συμβολή του έργου στην εξοικονόμηση ενέργειας, ανά ίδρυμα, ανά χώρα και στο σύνολο του. Συγκρίσεις με αντίστοιχα έργα διεθνώς (benchmarking) αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα της παρέμβασης. Η μελέτη τεκμηρίωσης κάνει επίσης χρήση προηγούμενης εμπειρίας από έργα εξοικονόμησης ενέργειας των εταιρών του έργου.

Η Πράξη “Εξοικονόμηση ενέργειας σε δημόσια Πανεπιστημιακά κτίρια με κέντρα δεδομένων - ΕΝΕΔΗ” του Προγράμματος Συνεργασίας INTERREG V-A Ελλάδα – Κύπρος 2014-2020 με κωδικό MIS 5028274 συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΤΠΑ) και από Εθνικούς πόρους της Ελλάδας και της Κύπρου.

Η Πράξη ΕΝΕΔΗ συμβάλλει στην επίτευξη των στόχων που καθορίζονται στο Πρόγραμμα Συνεργασίας. Η ακαδημαϊκή/ερευνητική κοινότητα παγκόσμια χρησιμοποιεί μεγάλα κέντρα δεδομένων που αυξάνουν το ενεργειακό αποτύπωμα. Στην Ελλάδα η ΕΔΥΤΕ λειτουργεί τα τρία μεγαλύτερα datacenters, αν και λαμβάνει όλα τα δυνατά μέτρα για μείωση της κατανάλωσης τους, αυτή παραμένει υψηλή. Δεδομένης της πρόβλεψης για αύξηση ζήτησης σε πόρους είναι απαραίτητο να παρθούν ειδικά μέτρα. Οι ενεργειακές ανάγκες των πανεπιστημίων Κρήτης και Κύπρου αποτελούν σημαντικό τμήμα του λειτουργικού τους κόστους. Για τις ανάγκες τους τα πανεπιστήμια λειτουργούν κέντρα δεδομένων και επιπλέον η ΕΔΥΤΕ έχει εγκαταστήσει μεγάλο κέντρο δεδομένων που εξυπηρετεί τις ανάγκες δεκάδων νοσοκομείων της Ελλάδος σε κτήριο του Παν. Κρήτης στο Ηράκλειο.

Οι τρεις δημόσιοι φορείς από κοινού προτείνουν να προχωρήσουν σε παρεμβάσεις εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας και παραγωγής ΑΠΕ, ενταγμένες σε μια ευρύτερη στρατηγική εξοικονόμησης ενέργειας και περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης της ακαδημαϊκής κοινότητας και του ευρύτερου δημόσιου τομέα. Η συλλογή/ανάλυση δεδομένων κατανάλωσης ενέργειας αποτελεί εξαιρετικά σημαντικό στάδιο στην λήψη ορθών αποφάσεων. Θα βοηθήσει τον στρατηγικό σχεδιασμό και την αποφυγή αποσπασματικών παρεμβάσεων για μεγιστοποίηση του καθαρού οφέλους και επίτευξη των απαραίτητων συνεργιών σε ένα ευρύτερο σύνολο των δημόσιων κτηρίων. Η γεωγραφική θέση των περιοχών ευνοεί τις υψηλές θερμοκρασίες το μεγαλύτερο μέρος του έτους κάνοντας αναγκαία την χρήση σχετικά μεγαλύτερων συστημάτων απαγωγής θερμότητας στα κέντρα δεδομένων αλλά ταυτόχρονα οι μεγάλες περιόδους ηλιοφάνειας ευνοούν την παραγωγή ρεύματος μέσω φωτοβολταϊκών.

Η διασύνδεση των κέντρων μεταξύ τους και ο συνδυασμός των μεθόδων και μηχανισμών βελτιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης και μείωσης του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να έχει πολλαπλασιαστικά οφέλη. Θα μελετηθούν και θα εφαρμοστούν καινοτομικά συστήματα ενεργής διαχείρισης της κατανομής υπολογιστικού φορτίου ανάμεσα στις εγκαταστάσεις σε Ηράκλειο και Λευκωσία που θα έχουν ως αποτέλεσμα την συνολική μείωση της κατανάλωσης, και θα συντονιστεί η παραγωγή ενέργειας των φωτοβολταϊκών και μέσω της έξυπνης κατανομής φορτίου.

Document Revision History

Date	Issue	Author/Editor/Contributor	Summary of main changes
2/7/2019	a	Στέλιος Σαρτζετάκης Θεοδώρα Μόρφη	First draft version
10/9/2019	b	Γιάννης Φραγκιαδάκης Κωνσταντίνος Μανασάκης Θεοδώρα Μόρφη	First detailed version
16/3/2020	c	Γεώργιος Η. Γεωργίου Κώστας Χαραλάμπους Νικόλας Χατζηγεωργίου Θεοδώρα Μόρφη	Version update
31/3/2020	d	Γιάννης Φραγκιαδάκης Κωνσταντίνος Μανασάκης Θεοδώρα Μόρφη	Final detailed version - Quality Review

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	10
2. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία από τις συγκεκριμένες παρεμβάσεις στο Πανεπιστήμιο Κρήτης.....	11
2.1. ΣΥΜΒΟΛΗ ΛΟΓΩ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	11
2.2. ΣΥΜΒΟΛΗ ΛΟΓΩ ΤΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	13
2.3. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ.....	14
3. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία από τις συγκεκριμένες παρεμβάσεις στο Εθνικό Δίκτυο Υποδομών Τεχνολογίας και Έρευνας Error! Bookmark not defined.	
4. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία από τις συγκεκριμένες παρεμβάσεις στο Πανεπιστήμιο Κύπρου	16
5. Εκτίμηση της συνολικής συμβολής του έργου	21
5.1. ΤΟ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	21
5.2. Η ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΕΝΕΔΗ ΣΤΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΩΝ ΤΟΥ.....	22
5.3. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΕΝΕΔΗ ΣΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	23
6. Συμπεράσματα.....	27
7. Παραρτήματα	29
Παράρτημα 2	30

References

ΔΕΗ (2018): Απολογισμός Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης και Βιώσιμης Ανάπτυξης. Βλ. <https://www.dei.gr/el/i-dei/etairiki-koinwniki-euthuni/entupa-gia-etairiki-koinwniki-euthuni/apologismos-etairikis-kinonikis-efthinis-2018>

Millar, A., Simeone, R.S., Carnevale, J.T. (2001), "Logic models: a systems tool for performance management", Evaluation and Program Planning, vol. 24, 73-81.

Niemann, J., Brown, K., Avelar, V. (2017). Impact of Hot and Cold Aisle Containment on Data Center Temperature and Efficiency. hite Paper 135 - Revision 3. Available at <https://www.p3-inc.com>

List of Tables

Πίνακας 1: Εκτιμώμενη ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το Κέντρο Δεδομένων_____ 31

Glossary

Επιτελική Σύνοψη

Τί πραγματεύεται το παραδοτέο;

Στο παραδοτέο τεκμηριώνεται η συμβολή του έργου στην εξοικονόμηση ενέργειας. Χρησιμοποιήθηκαν οι αναλυτικές μελέτες λειτουργίας των συστημάτων στις εγκαταστάσεις των εταίρων του έργου, και τεκμηριώνεται η συμβολή του έργου στην εξοικονόμηση ενέργειας, ανά Ίδρυμα, ανά χώρα και στο σύνολο του.

Υπάρχει συσχέτιση του παραδοτέου με άλλα παραδοτέα;

Το συγκεκριμένο παραδοτέο συσχετίζεται με τα αποτελέσματα των παραδοτέων Π6.χ.2.

Τι περιέχει το παραδοτέο;

Το παραδοτέο περιέχει:

Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία από τις συγκεκριμένες παρεμβάσεις στο Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία από τις συγκεκριμένες παρεμβάσεις στο Εθνικό Δίκτυο Υποδομών Τεχνολογίας και Έρευνας.

Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία από τις συγκεκριμένες παρεμβάσεις στο Πανεπιστήμιο Κύπρου.

Εκτίμηση της συνολικής συμβολής του έργου:

Περιγραφή του μεθοδολογικού πλαισίου για την εκτίμηση της αναπτυξιακής συμβολής του έργου.

Ανάδειξη της αναπτυξιακής συμβολής του έργου στο λειτουργικό μετασχηματισμό των εταίρων του.

Ανάδειξη της συμβολής του έργου στη βιώσιμη ανάπτυξη.

Συμπεράσματα και Προτάσεις

Τα αποτελέσματα του Πακέτου Εργασίας 6 και ειδικότερα του συγκεκριμένου παραδοτέου τεκμηριώνουν την συμβολή του έργου στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Ειδικότερα, τεκμηριώνει τις θετικές επιπτώσεις στις περιβαλλοντικές παραμέτρους που σχετίζονται με τον Άξονα Προτεραιότητας 2 και τον ειδικό στόχο 2.1.

Τα νεωτερικά συστήματα ενεργής διαχείρισης της κατανομής υπολογιστικού φορτίου έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και τη μείωση των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στη διασυνοριακή περιοχή. Παράλληλα, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών διατάξεων για τη παραγωγή μέρους της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνει το ποσοστό συνεισφοράς με την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.

Το παρόν παραδοτέο αναδεικνύει τη συμβολή του ΕΝΕΔΗ στον λειτουργικό μετασχηματισμό των εταιρών του. Ειδικότερα, στο σύγχρονο τεχνο-οικονομικό περιβάλλον, οι ευκαιρίες οι οποίες αναδεικνύονται ως προς την παραγωγή και τη διαχείριση της ενέργειας είναι οι εξής:

- Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ):
- Ανασχεδιασμός διαδικασιών κατανομής εργασιακού φόρτου:
- Αυτοματισμοί και έξυπνες τεχνολογίες:

Η αξιοποίηση των παραπάνω ευκαιριών προϋποθέτει καταγραφή και ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης, καθώς επίσης και στρατηγικό, τακτικό και λειτουργικό σχεδιασμό.

Ωστόσο, για την επίτευξη οικονομιών κλίμακας και οικονομιών φάσματος, η ανάπτυξη και χρήση κοινών διεπαφών και διαδικασιών μεταξύ των πανεπιστημιακών και ερευνητικών ιδρυμάτων κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική.

Στο πλαίσιο της παραπάνω προσέγγισης, το παρόν έργο έχει σημαντικό αναπτυξιακό αντίκτυπο εφόσον εγκαθιστά τόσο τους τεχνικούς μηχανισμούς όσο και την οργανωσιακή κουλτούρα για χρήση ενέργειας από ΑΠΕ, μέτρηση και καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης (κατανάλωση ενέργειας στις εκάστοτε εγκαταστάσεις, γενικά χαρακτηριστικά των κτιρίων και των εξοπλισμών, σημεία όπου γίνεται μέγιστη κατανάλωση ενέργειας, ποσά που καταβάλλονται στον πάροχο ενέργειας).

Επίσης, το παρόν παραδοτέο αναδεικνύει τη συμβολή του ΕΝΕΔΗ στη βιώσιμη ανάπτυξη και ειδικότερα, στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης:

Στόχος 7: Φτηνή και Καθαρή Ενέργεια - Πρόσβαση σε οικονομική, αξιόπιστη, βιώσιμη και σύγχρονη ενέργεια για όλους.

Στόχος 9: Οικοδομούμε ανθεκτικές υποδομές, προάγουμε τη χωρίς αποκλεισμούς και βιώσιμη βιομηχανοποίηση και ενθαρρύνουμε την καινοτομία

Στόχος 12: Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή - Βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων.

Στόχος 13: Δράση για το Κλίμα - Άμεση δράση για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και των συνεπειών της.

Συνολικά, ο αναπτυξιακός αντίκτυπος του παρόντος έργου αποτελεί προϋπόθεση για τον ανασχεδιασμό διαδικασιών κατανομής εργασιακού φόρτου και τον αυτοματισμό και έξυπνων τεχνολογιών σε πανεπιστημιακά και ερευνητικά ιδρύματα, στην κατεύθυνση της βιώσιμης ενεργειακής διαχείρισης.

1. Εισαγωγή

Στόχος του παραδοτέου είναι η τεκμηρίωση της συμβολής του έργου στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι αναλυτικές μελέτες λειτουργίας των συστημάτων στις εγκαταστάσεις των εταιρών του έργου.

Το παραδοτέο τεκμηριώνει την συμβολή του έργου στην εξοικονόμηση ενέργειας, ανά Ίδρυμα, ανά χώρα και στο σύνολο του. Η μελέτη τεκμηρίωσης κάνει επίσης χρήση προηγούμενης εμπειρίας από έργα εξοικονόμησης ενέργειας των εταιρών του έργου.

Το παραδοτέο περιλαμβάνει:

- Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία από τις συγκεκριμένες παρεμβάσεις ανά ίδρυμα και χώρα
- Συνδυασμός όλων των στοιχείων και εκτίμηση της συνολικής συμβολής του έργου
- Συμπεράσματα

Η υλοποίηση του παρόντος παραδοτέου πραγματοποιήθηκε από κοινή ομάδα εργασίας με προσωπικό όλων των εταιρών.

2. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία από τις συγκεκριμένες παρεμβάσεις στο Πανεπιστήμιο Κρήτης

Συμβολή λόγω της λειτουργίας του Φ/Β συστήματος

Στο πλαίσιο του παρόντος έργου, το Φ/Β σύστημα με ονομαστική ισχύ 100,17 kWp εγκαταστάθηκε σε ελεύθερο οικόπεδο του Πανεπιστημίου Κρήτης που βρίσκεται εντός της Παν/πολης Βουτών στο Ηράκλειο Κρήτης. Συγκεκριμένα, αποτελείται από 318 πλαίσια μονοκρυσταλλικού πυριτίου JINCO JKM315M-60 με συνολική ισχύ 100,170 kWp. Για την μετατροπή της συνεχούς τάσης σε εναλλασσόμενη έχουν εγκατασταθεί 5 αντιστροφείς Fronius Symo 20.0-3-M.

Κατά τη σύνταξη του παρόντος παραδοτέου, έχουν ολοκληρωθεί πλήρως όλες οι εργασίες εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος και αναμένεται η έναρξη της λειτουργίας του.

Για την εκτίμηση της συμβολής του Φ/Β συστήματος στην εξοικονόμηση ενέργειας στο Πανεπιστήμιο Κρήτης, εκπονήθηκε προσομοίωση της λειτουργίας του συστήματος με τη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης PVGIS (βλ. <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>).

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης ορίζονται με βάση τις συντεταγμένες στις οποίες είναι εγκατεστημένο το Φ/Β σύστημα και εξαρτώνται από μετεωρολογικά δεδομένα, ανάλογα με το μήνα του έτους.

Η ενέργεια η οποία παράγεται αποτιμάται σε ευρώ με τιμή (συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ) 0,14 € / kWh. Η συγκεκριμένη τιμή υπολογίστηκε από την Τεχνική Υπηρεσία του Πανεπιστημίου Κρήτης με βάση τους λογαριασμούς ρεύματος του Πανεπιστημίου Κρήτης για τα έτη 2017-2019.

Στη συνέχεια, αποτιμάται η εκπομπή CO₂ η οποία εξοικονομείται εφόσον καταναλώνεται ενέργεια την οποία παράγει το Φ/Β αντί να αγοράζεται ενέργεια από τη ΔΕΗ η οποία παράγεται από τις θερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Για το Πανεπιστήμιο Κρήτης η αποτίμηση της ενέργειας σε CO₂ γίνεται με βάση τον συντελεστή 1,08 kgCO₂/kWh. Ο συγκεκριμένος συντελεστής αντλήθηκε από τον πιο πρόσφατο δημοσιευμένο απολογισμό Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης και Βιώσιμης Ανάπτυξης της ΔΕΗ (2018).

Με βάση όλα τα παραπάνω, η εκτίμηση της ηλεκτρικής ενέργειας που θα παράγει το εν λόγω Φ/Β σύστημα του Πανεπιστημίου Κρήτης, και η αποτίμησή της σε € και σε CO2 παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα.

Πίνακας 1: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (kWh) από το Φ/Β σύστημα του Πανεπιστημίου Κρήτης και αποτίμησή της σε ευρώ και σε CO2

Μήνας	Ημερήσιος μέσος όρος παραγωγής (kWh)	Μηνιαίος Μέσος Όρος Παραγωγής (kWh)	Αξία σε €	CO2 που εκλύεται
Ιανουάριος	271.00	8,401.00	1,176.14	9,073.08
Φεβρουάριος	320.00	8,960.00	1,254.40	9,676.80
Μάρτιος	455.00	14,105.00	1,974.70	15,233.40
Απρίλιος	493.00	14,790.00	2,070.60	15,973.20
Μάιος	519.00	16,089.00	2,252.46	17,376.12
Ιούνιος	557.00	16,710.00	2,339.40	18,046.80
Ιούλιος	533.00	16,523.00	2,313.22	17,844.84
Αύγουστος	535.00	16,050.00	2,247.00	17,334.00
Σεπτέμβριος	500.00	15,500.00	2,170.00	16,740.00
Οκτώβριος	410.00	12,300.00	1,722.00	13,284.00
Νοέμβριος	312.00	9,360.00	1,310.40	10,108.80
Δεκέμβριος	239.00	7,409.00	1,037.26	8,001.72
Σύνολο		156,197.00	21,867.58	168,692.76

Με βάση τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα, υπολογίζεται η Καθαρά Παρούσα Αξία των ωφελειών του Φ/Β η οποία αποτυπώνει την παρούσα αξία των καθαρών ρών μιας επένδυσης και προκύπτει αν από τα προεξοφλημένα οφέλη αφαιρεθεί η αρχική δαπάνη για την εγκατάσταση και λειτουργία της επένδυσης. Η ΚΠΑ δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$ΚΠΑ = \sum_{1}^t \frac{R}{(1+r)^n} - Αρχική\ δαπάνη\ επένδυσης$$

t: Η χρονική διάρκεια των ρών της επένδυσης: Θεωρούμε ότι ένα Φ/Β έχει είκοσι έτη κύκλο ζωής.

R: Τα ετήσια οφέλη που προκύπτουν από την επένδυση: Η προσδοκώμενη μέση ετήσια εξοικονόμηση από τη λειτουργία του Φ/Β είναι 21,867.58 €

r: Το επιτόκιο προεξόφλησης: 5%

Αρχική δαπάνη επένδυσης: Η αρχική δαπάνη για την εγκατάσταση του Φ/Β: 127.500 € (συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ 24%).

Επομένως: ΚΠΑ = 272.518,38 € - 127.500,00 € = 145.018,38 €

Συμβολή λόγω των παρεμβάσεων στο Κέντρο Δεδομένων

Στο πλαίσιο του παρόντος έργου, εγκαταστάθηκε και τέθηκε σε λειτουργία:

- Σύστημα δημιουργίας κλειστής ζώνης ψυχρού αέρα (Cold Aisle Containment System – CACS).
- Σύστημα Έξυπνης Διαχείρισης Φορτίων Κέντρων Δεδομένων, το οποίο εγκαταστάθηκε στα Κέντρα Δεδομένων των τριών εταιρών και υποστηρίζει τη δημιουργία μιας “ομοσπονδίας” μεταξύ των ΚΔ, με στόχο να κατανέμεται ο φόρτος εργασίας των υποδομών μεταξύ των διαφορετικών ΚΔ με βασικό κριτήριο την εξοικονόμηση ενέργειας. Το σύστημα αυτό αποτελείται από τρία κυρίως επιμέρους υποσυστήματα:
 - το Υποσύστημα Παρακολούθησης, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη συλλογή, επικοινωνία και αποθήκευση των μετρικών από διάφορες πηγές των ΚΔ,
 - το Υποσύστημα Επεξεργασίας Δεδομένων και Λήψης Αποφάσεων το οποίο είναι υπεύθυνο για την ανάλυση των δεδομένων που προέρχονται από τη συλλογή μετρικών και τέλος
 - το Dashboard στο οποίο θα παρουσιάζονται με γραφικό τρόπο και σε αληθινό χρόνο οι μετρικές και η ανάλυσή τους.

Για το χρονικό διάστημα: από 25 Ιανουαρίου 2020 έως 24 Φεβρουαρίου 2020, η ενεργειακή κατανάλωση του κλιματισμού στο Κέντρο Δεδομένων ήταν 5.490,00 kWh.

Η εν λόγω ενέργεια:

Αποτιμάται σε 768,60 €, με την υπόθεση ότι η μία kWh κοστίζει 0,14 € (συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ). Η συγκεκριμένη τιμή υπολογίστηκε από την Τεχνική Υπηρεσία του Πανεπιστημίου Κρήτης με βάση τους λογαριασμούς ρεύματος του Πανεπιστημίου Κρήτης για τα έτη 2017-2019.

Αποτιμάται σε 5,929.20 κιλά CO₂, με την υπόθεση ότι η μία kWh παράγει 1,08 kgCO₂. Ο συγκεκριμένος συντελεστής αντλήθηκε από τον πιο πρόσφατο δημοσιευμένο απολογισμό Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης και Βιώσιμης Ανάπτυξης της ΔΕΗ (2018).

Η άμεση εξοικονόμηση ενέργειας στον κλιματισμό του Κέντρου Δεδομένων, λόγω της εγκατάστασης συστήματος δημιουργίας κλειστής ζώνης ψυχρού αέρα (Cold Aisle Containment System – CACS), υπολογίζεται από τους Niemann et al. (2017) στο 15%.

Επομένως, χωρίς την εν λόγω εγκατάσταση, η ενεργειακή κατανάλωση του κλιματισμού στο Κέντρο Δεδομένων (από 25 Ιανουαρίου 2020 έως 24 Φεβρουαρίου 2020), θα ήταν 5.490,00 kWh.

Με βάση τις παραπάνω παραδοχές, η εν λόγω ενέργεια αποτιμάται σε 883,89 € και σε 6.818,58 κιλά CO₂.

Συνολική συμβολή στο Πανεπιστήμιο Κρήτης

Με δεδομένη τη λειτουργία του Φ/Β και των παρεμβάσεων στο Κέντρο Δεδομένων, η εξοικονόμηση ενέργειας είναι άμεση και έμμεση:

Η άμεση εξοικονόμηση ενέργειας προέρχεται από τη μείωση των λειτουργικών εξόδων για ενέργεια η οποία συνεπάγεται την αποδέσμευση πόρων για αναπτυξιακές χρήσεις. Επίσης, η μείωση της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα συνεπάγεται τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του Πανεπιστημίου Κρήτης.

Η έμμεση εξοικονόμηση ενέργειας προέρχεται από τη λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος στο οποίο καταγράφονται τα δεδομένα από τις μετρητικές διατάξεις, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- Για παρεμβάσεις σε επίπεδο λειτουργίας αλλά και υλικοτεχνικής και κτιριακής υποδομής για στοχεύοντας στην ενεργειακή εξοικονόμηση και την μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος του Πανεπιστημίου Κρήτης μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας.
- Στον εντοπισμό κτιρίων τα οποία καταναλώνουν δυσανάλογο ποσό ώστε να ληφθούν τα σχετικά μέτρα για την εύρεση τρόπων μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας ειδικά σε στοχευμένους χώρους.

3. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία από τις συγκεκριμένες παρεμβάσεις στο Πανεπιστήμιο Κύπρου

3.1. Συμβολή λόγω των παρεμβάσεων ΑΠΕ

Το Φ/β σύστημα του Πανεπιστημίου Κύπρου έχει εγκατασταθεί στο κτήριο ΘΕΕ-01, το οποίο στεγάζει το ΚΔ του Τμήματος Πληροφορικής, με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 41.31 kWp. Αποτελείται από τρία υποσυστήματα, ένα σε κάθε μία από τρεις Πτέρυγες (Α, Γ και Ε) του κτηρίου. Συγκεκριμένα, αποτελείται από τρία υποσυστήματα 17.01 kWp, 9.18 kWp και 15.12 kWp σε εγκατεστημένα σε κλίση 17° και Νότιο προσανατολισμό. Το Φ/Β σύστημα αποτελείται από τρεις διαφορετικούς αντιστροφείς (inverters) FRONIUS για κάθε ένα από τα τρία υποσυστήματα (SYMO 10.0-3-M, SYMO 15.0-3-M και SYMO 17.5-3-M αντίστοιχα). Έχουν τοποθετηθεί 153 Φ/Β πλαίσια JA SOLAR, ισχύος 270 Wp το καθένα (63 στην Πτέρυγα Α, 34 στην Πτέρυγα Γ και 56 στην Πτέρυγα Ε). Η επιλογή έγινε δεδομένου ότι πρόκειται για τον συνδυασμό με την υψηλότερη παραγωγή που μπορεί να μειώσει την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο στο μέγιστο δυνατό βαθμό και συνεπακόλουθα να μειώσει το κόστος κατανάλωσης ηλεκτρισμού. Κατά τη σύνταξη του παρόντος παραδοτέου έχουν ολοκληρωθεί πλήρως όλες οι εργασίες εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος και αναμένεται η έναρξη της λειτουργίας του, μετά τον απαραίτητο έλεγχο από την Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου (ΑΗΚ).

Ο ολικός Συντελεστής Απόδοσης (Performance Ratio) κατά τη διάρκεια του χρόνου υπολογίστηκε σε 79.26% και η συνολική ενέργεια που αναμένεται να παράγεται και να διαχέεται στο δίκτυο από το σύστημα υπολογίστηκε σε πέραν των 66 MWh/έτος, με την υψηλότερη παραγωγή να προκύπτει κατά τη θερινή περίοδο.

Για την εκτίμηση της συμβολής του Φ/Β συστήματος στην εξοικονόμηση ενέργειας του Πανεπιστημίου Κύπρου, εκπονήθηκε προσομοίωση της λειτουργίας του συστήματος με τη χρήση του ανοικτού λογισμικού προσομοίωσης PVGIS (βλ. <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>). Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης ορίζονται με βάση τις συντεταγμένες στις οποίες είναι εγκατεστημένο το Φ/Β σύστημα (35.144, 33.411 και ύψος 133 m) και εξαρτώνται από μετεωρολογικά δεδομένα, ανάλογα με το μήνα του έτους. Η συνολική ενέργεια η οποία παράγεται αποτιμάται σε ευρώ (€) με βάση τη μέση τιμή κόστους ανά μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας του Πανεπιστημίου Κύπρου (0,198 €/kWh, συμπ. ΦΠΑ 19%). Η συγκεκριμένη τιμή υπολογίστηκε από τις Τεχνικές Υπηρεσίες του Πανεπιστημίου με βάση τους λογαριασμούς ηλεκτρικού ρεύματος για το έτος 2019. Στη συνέχεια, αποτιμάται η συνεισφορά του συστήματος στη μείωση της εκπομπής ρύπων Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) με βάση την καταναλώμενη ενέργεια. Για το Πανεπιστήμιο Κύπρου η αποτίμηση της ενέργειας σε εκπομπές CO₂ γίνεται με βάση τον συντελεστή 0.73521 kgCO₂/kWh. Ο συγκεκριμένος συντελεστής δημοσιεύεται από την ΑΗΚ και αντλήθηκε από τους λογαριασμούς ηλεκτρικής κατανάλωσης κάθε περιόδου για το έτος 2019¹. Η οικονομική και

¹ <https://www.eac.com.cy/>

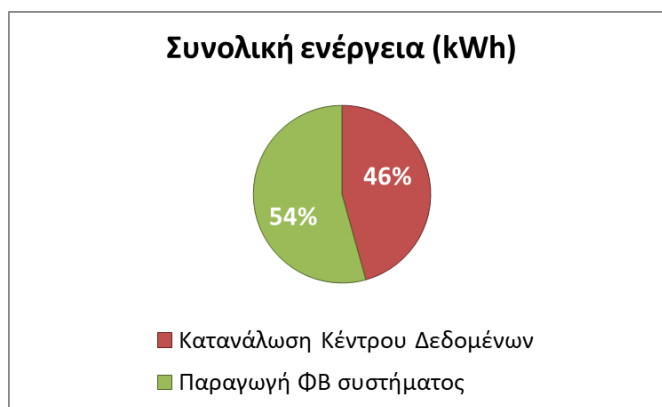
περιβαλλοντική εξοικονόμηση επιτυγχάνεται εφόσον καταναλώνεται ενέργεια οποία παράγεται το Φ/Β σύστημα αντί να αγοράζεται από τη ΑΗΚ, ως αποτέλεσμα λειτουργίας θερμικών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζεται η εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (kWh) από το Φ/Β σύστημα του Πανεπιστημίου Κύπρου, η αντίστοιχη αποτίμησή της σε αξία και η αντίστοιχη συνεισφορά στην αποφυγή εκπομπών Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂).

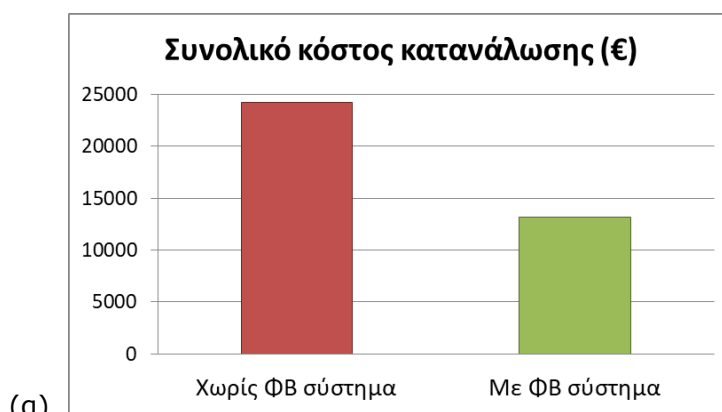
Πίνακας 2: Εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (kWh) από το Φ/Β σύστημα του Πανεπιστημίου Κύπρου, αντίστοιχη αποτίμησή σε αξία και αντίστοιχη συνεισφορά στην αποφυγή εκπομπών Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂).

Μήνας	Ημερήσιος μέσος όρος παραγωγής (kWh)	Μηνιαίος μέσος όρος Παραγωγής (kwh)	Αξία (€)	Αποφυγή CO ₂ (kg)
Ιανουάριος	114.89	3,561.64	705.20	2,619
Φεβρουάριος	144.12	4,035.32	798.99	2,967
Μάρτιος	180.60	5,598.66	1,108.53	4,116
Απρίλιος	204.21	6,126.44	1,213.04	4,504
Μάιος	213.73	6,625.65	1,311.88	4,871
Ιούνιος	238.39	7,151.72	1,416.04	5,258
Ιούλιος	238.77	7,401.91	1,465.58	5,442
Αύγουστος	227.61	7,055.88	1,397.06	5,188
Σεπτέμβριος	200.16	6,004.74	1,188.94	4,415
Οκτώβριος	166.75	5,169.25	1,023.51	3,800
Νοέμβριος	141.13	4,234.04	838.34	3,113
Δεκέμβριος	114.82	3,559.51	704.78	2,617
Σύνολο		66,524.76	13,171.90	48,910

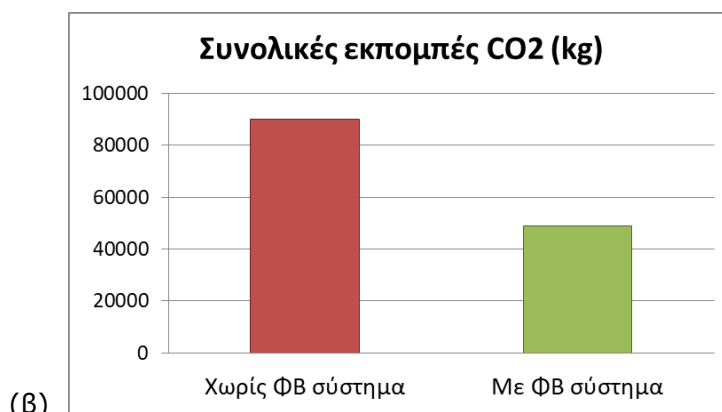
Στην Εικόνα 5 παρουσιάζεται η συνεισφορά του ΦΒ συστήματος στην εξοικονόμηση ενέργειας του ΚΔ. Συγκεκριμένα, 54% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του ΚΔ αναμένεται να καλύπτεται από το ΦΒ σύστημα. Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται: α) η μείωση στο κόστος κατανάλωσης ενέργειας του ΚΔ που αναμένεται από την λειτουργία του ΦΒ συστήματος και η β) αντίστοιχη μείωση στις εκπομπές Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) του ΚΔ.



Εικόνα 1: Συνεισφορά ΦΒ συστήματος στην εξοικονόμηση ενέργειας του Κέντρου Δεδομένων.



(α)



(β)

Εικόνα 2: α) Μείωση κόστους κατανάλωσης και β) μείωση εκπομπών Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) από τη λειτουργία του ΦΒ συστήματος στο Κέντρο Δεδομένων.

Για την περίπτωση του Φ/Β συστήματος του Πανεπιστημίου Κύπρου, η αρχική δαπάνη για την εγκατάσταση του ανήλθε στα €44,315.00 (χωρίς ΦΠΑ) ή €52,734.85 (συμπ. ΦΠΑ 19%). Η προσδοκώμενη μέση ετήσια εξοικονόμηση από τη λειτουργία του Φ/Β συστήματος είναι €13,171.90, όπως αναφέρεται πιο πάνω. Θεωρώντας ότι το Φ/Β σύστημα έχει τουλάχιστον 20 έτη κύκλο ζωής, προκύπτει ΚΠΑ €111,416.14. Ενδεικτικά, σύμφωνα με το κριτήριο της ΚΠΑ, μια επένδυση θεωρείται σκόπιμη να πραγματοποιηθεί αν η ΚΠΑ της είναι θετική.

3.2. Συμβολή λόγω των παρεμβάσεων στο Κέντρο Δεδομένων

Στο πλαίσιο του παρόντος έργου, εγκαταστάθηκαν και τέθηκαν σε λειτουργία στο ΚΔ του Πανεπιστημίου Κύπρου:

- Σύστημα δημιουργίας κλειστής ζώνης ψυχρού αέρα (Cold Aisle Containment System – CACS).
- Σύστημα Έξυπνης Διαχείρισης Φορτίων Κέντρων Δεδομένων, το οποίο εγκαταστάθηκε στα ΚΔ των τριών εταιρών και υποστηρίζει τη δημιουργία μιας “ομοσπονδίας” μεταξύ των ΚΔ, με στόχο να κατανέμεται ο φόρτος εργασίας των υποδομών μεταξύ των διαφορετικών ΚΔ με βασικό κριτήριο την εξοικονόμηση ενέργειας. Το σύστημα αυτό αποτελείται από τρία κυρίως επιμέρους υποσυστήματα:
 - το Υποσύστημα Παρακολούθησης, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη συλλογή, επικοινωνία και αποθήκευση των μετρικών από διάφορες πηγές των ΚΔ
 - το Υποσύστημα Επεξεργασίας Δεδομένων και Λήψης Αποφάσεων το οποίο είναι υπεύθυνο για την ανάλυση των δεδομένων που προέρχονται από τη συλλογή μετρικών
 - το Dashboard στο οποίο θα παρουσιάζονται με γραφικό τρόπο και σε αληθινό χρόνο οι μετρικές και η ανάλυσή τους

Οι μέχρι τώρα διαθέσιμες μετρήσεις (24 Σεπτεμβρίου 2019 – 13 Μαρτίου 2020) από τις έξυπνες μονάδες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (Smart Power Distribution Units - SPDUs) στα δύο δωμάτια περιλαμβάνουν:

- Ηλεκτρική κατανάλωση από σύστημα παρακολούθησης και καταγραφής των συστοιχιών Η/Υ του ΚΔ
- Ηλεκτρική κατανάλωση από σύστημα παρακολούθησης και καταγραφής των κλιματιστικών του ΚΔ

Η συνολική ενέργεια η οποία καταναλώνεται αποτιμάται σε ευρώ (€) με βάση τη μέση τιμή κόστους ανά μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας του Πανεπιστημίου Κύπρου (0,198 €/kWh, συμπ. ΦΠΑ 19%). Η συγκεκριμένη τιμή υπολογίστηκε από τις Τεχνικές Υπηρεσίες του Πανεπιστημίου με βάση τους λογαριασμούς ηλεκτρικού ρεύματος για το έτος 2019. Στη συνέχεια, αποτιμάται η εκπομπή ρύπων Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) με βάση την καταναλώμενη ενέργεια. Οι εκπομπές από τις θερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θεωρούνται άμεσες εκπομπές (Scope 1 σύμφωνα με την ορολογία του GHG Protocol Initiative). Για το Πανεπιστήμιο Κύπρου η αποτίμηση της ενέργειας σε εκπομπές CO₂ γίνεται με βάση τον συντελεστή 0.73521 kgCO₂/kWh. Ο συγκεκριμένος συντελεστής δημοσιεύεται από την ΑΗΚ και αντλήθηκε από τους λογαριασμούς ηλεκτρικής κατανάλωσης κάθε περιόδου για το έτος 2019², όπως αναφέρεται και πιο πάνω. Με βάση τα πιο πάνω, η ηλεκτρική ενέργεια που κατανάλωσε το ΚΔ του Πανεπιστημίου Κύπρου για την κάθε λειτουργία του (από 24

² <https://www.eac.com.cy/>

Σεπτεμβρίου 2019 – 13 Μαρτίου 2020), το αντίστοιχο λειτουργικό κόστος και η αποτίμησή σε εκπομπές CO₂ παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Ηλεκτρική κατανάλωση εξυπηρέτηση, αντίστοιχο λειτουργικό κόστος και αντίστοιχες εκπομπές Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂).

Σημείο	Κατανάλωση (kWh)	Κόστος (€)	Εκπομπές CO ₂ (kg)
Συστοιχίες Η/Υ	50,382.8	9,975.79	37,042
Κλιματιστικά	51,968	10,289.66	38,207
Σύνολο	102,350.8	20,265.46	75,249

Η άμεση εξοικονόμηση ενέργειας στον κλιματισμό του ΚΔ λόγω της εγκατάστασης συστήματος δημιουργίας κλειστής ζώνης ψυχρού αέρα (Cold Aisle Containment System – CACS), υπολογίζεται από τους Niemann et al. (2017) σε 15%. Επομένως, χωρίς την εν λόγω εγκατάσταση, η ενεργειακή κατανάλωση του κλιματισμού στο ΚΔ (από 24 Σεπτεμβρίου 2019 έως 13 Μαρτίου 2020), θα ήταν 59,763.2 kWh. Με βάση τις παραπάνω παραδοχές, η εν λόγω ενέργεια αποτιμάται σε 11,833.11 € και σε 43,938 kgCO₂.

3.3. Συνολική συμβολή στο Πανεπιστήμιο Κύπρου

Με δεδομένη τη λειτουργία του Φ/Β και των παρεμβάσεων στο ΚΔ, η εξοικονόμηση ενέργειας είναι άμεση και έμμεση. Η άμεση εξοικονόμηση ενέργειας προέρχεται από τη λειτουργία του ΦΒ συστήματος. Η μείωση των λειτουργικών εξόδων για ενέργεια συνεπάγεται την αποδέσμευση πόρων για αναπτυξιακές χρήσεις. Επίσης, η μείωση της εκπομπής Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) συνεπάγεται τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του Πανεπιστημίου Κύπρου. Η έμμεση εξοικονόμηση ενέργειας προέρχεται από τη λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος στο οποίο καταγράφονται τα δεδομένα από τις μετρητικές διατάξεις, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παρεμβάσεις σε επίπεδο λειτουργίας αλλά και υλικοτεχνικής και κτηριακής υποδομής για στοχεύοντας στην ενεργειακή εξοικονόμηση και την μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος του Πανεπιστημίου Κύπρου μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας του ΚΔ. Ειδική αναφορά αξίζει να γίνει για το ΚΔ όπου το σχετικό πληροφοριακό σύστημα αναλαμβάνει την Υποστήριξη Λήψης Αποφάσεων για την επιλογή του κατάλληλου ΚΔ το οποίο θα εξυπηρετεί τις υπολογιστικές ανάγκες των εφαρμογών των χρηστών.

4. Εκτίμηση της συνολικής συμβολής του έργου

Το μεθοδολογικό πλαίσιο για την εκτίμηση της συμβολής του έργου

Το μεθοδολογικό πλαίσιο το οποίο χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της συμβολής του έργου είναι το «Λογικό Υπόδειγμα», το οποίο προσπαθεί να αποτυπώσει μια ακολουθία αιτίου-αιτιατού, η οποία προσεγγίζεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να οδηγήσει σε ένα επιθυμητό αποτέλεσμα (Millar et al., 2001). Ένα Λογικό Υπόδειγμα περιλαμβάνει τα παρακάτω στοιχεία:

Πόροι (inputs): Τι επενδύουμε – χρόνο, χρήμα, εξοπλισμό, συνεργασίες κ.λπ.

Δραστηριότητες (activities): Ενέργειες.

Εκροές (outputs): Προϊόντα.

Αποτελέσματα (outcomes): Τι επιτυγχάνεται μέσω των προϊόντων.

Επιπτώσεις (impacts): Αλλαγές που προκαλούνται λόγω των αποτελεσμάτων.

Επομένως, το Λογικό Υπόδειγμα είναι ένας συστηματικός και απτός τρόπος για να παρουσιαστούν και να κατανοηθούν, οι σχέσεις μεταξύ των πόρων που χρειάζονται για να υλοποιηθεί ένα πρόγραμμα, των δραστηριοτήτων που σχεδιάζονται να πραγματοποιηθούν και των αλλαγών ή των αποτελεσμάτων που είναι προς επίτευξη.

Στο πλαίσιο του παρόντος έργου:

Οι πόροι στοιχειοθετούνται στον προϋπολογισμό του έργου.

Οι δραστηριότητες και οι εκροές στοιχειοθετούνται στα πακέτα εργασίας, όπως ορίζονται στο τεχνικό δελτίο του έργου.

Τα αποτελέσματα και οι επιπτώσεις στοιχειοθετούν την αναπτυξιακή διάσταση του έργου. Ειδικότερα, το έργο έχει σαν αποτέλεσμα την άμεση και έμμεση εξοικονόμηση πόρων για την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Το εν λόγω αποτέλεσμα αναδεικνύει τον σημαντικό αναπτυξιακό αντίκτυπο του έργου τόσο στο επίπεδο πανεπιστημιακών και ερευνητικών ιδρυμάτων όσο και σε ένα συνολικό πλαίσιο ευαισθητοποίησης σχετικά με θέματα ενέργειας και περιβάλλοντος στην κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης.

Η αναπτυξιακή συμβολή του ΕΝΕΔΗ στο λειτουργικό μετασχηματισμό των εταιρών του

Ο καίριος ρόλος των πανεπιστημιακών και ερευνητικών ιδρυμάτων σε θέματα ευαισθητοποίησης, εκπαίδευσης και καινοτομίας αναφορικά με το περιβάλλον και την ενέργεια είναι κοινώς αποδεκτός. Επιπλέον, σε ένα μακρο-οικονομικό πλαίσιο, εξίσου σημαντικός είναι ο αντίκτυπος των εν λόγω ιδρυμάτων στην ανάπτυξη. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο, αναδεικνύεται η σημασία της υπεύθυνης και βιώσιμης στρατηγικής και πρακτικής των πανεπιστημιακών και ερευνητικών ιδρυμάτων σε θέματα διαχείρισης ενεργειακών πόρων.

Σε αυτό το περιβάλλον, με δεδομένες τις αναπτυξιακές προκλήσεις των παραπάνω ιδρυμάτων, οι ευκαιρίες οι οποίες αναδεικνύονται είναι οι εξής:

1. Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ): Ποσοστό της δαπάνης για ενέργεια μπορεί να εξοικονομηθεί μέσω της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ. Αυτό συνεπάγεται επίσης τη μείωση της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα.
2. Ανασχεδιασμός διαδικασιών κατανομής εργασιακού φόρτου: Μέσω ανασχεδιασμού διαδικασιών κατανομής εργασιακού φόρτου μπορεί να μειωθεί επιπλέον η ενέργεια που καταναλώνεται στα διάφορα σημεία (κέντρα κόστους) ενός κτιριακού συγκροτήματος του πανεπιστημιακού / ερευνητικού ιδρύματος. Αυτό σημαίνει ότι ένα επιπλέον ποσοστό της δαπάνης για ενέργεια μπορεί να εξοικονομηθεί και να μειωθεί η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα.
3. Αυτοματισμοί και έξυπνες τεχνολογίες: Μέσω αυτοματισμών και έξυπνων τεχνολογιών, μπορεί να μειωθεί επιπλέον η ενέργεια που καταναλώνεται στα διάφορα σημεία (κέντρα κόστους) ενός κτιριακού συγκροτήματος του πανεπιστημιακού / ερευνητικού ιδρύματος. Αυτό σημαίνει ότι ένα επιπλέον ποσοστό της δαπάνης για ενέργεια μπορεί να εξοικονομηθεί και να μειωθεί η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα.

Η αξιοποίηση των παραπάνω ευκαιριών έχει τα εξής οφέλη:

- i. Αύξηση της παραγωγής ενέργειας μέσω ΑΠΕ.
- ii. Μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας.
- iii. Μείωση των λειτουργικών εξόδων για ενέργεια. → Αποδέσμευση πόρων για αναπτυξιακές χρήσεις.

- iv. Μείωση της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα. → Περιορισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. → Μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των κτιρίων και συνεισφορά στην αναστροφή της κλιματικής αλλαγής.

Η αξιοποίηση των παραπάνω ευκαιριών προϋποθέτει καταγραφή και ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης, καθώς επίσης και στρατηγικό, τακτικό και λειτουργικό σχεδιασμό.

Ωστόσο, για την επίτευξη οικονομιών κλίμακας και οικονομιών φάσματος, η ανάπτυξη και χρήση κοινών διεπαφών και διαδικασιών μεταξύ των πανεπιστημιακών και ερευνητικών ιδρυμάτων κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική.

Στο πλαίσιο της παραπάνω προσέγγισης, το παρόν έργο έχει σημαντικό αναπτυξιακό αντίκτυπο εφόσον εγκαθιστά τόσο τους τεχνικούς μηχανισμούς όσο και την οργανωσιακή κουλτούρα για χρήση ενέργειας από ΑΠΕ, μέτρηση και καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης (κατανάλωση ενέργειας στις εκάστοτε εγκαταστάσεις, γενικά χαρακτηριστικά των κτιρίων και των εξοπλισμών, σημεία όπου γίνεται μέγιστη κατανάλωση ενέργειας, ποσά που καταβάλλονται στον πάροχο ενέργειας).

Επομένως, ο αναπτυξιακός αντίκτυπος του παρόντος έργου αποτελεί προϋπόθεση για τον ανασχεδιασμό διαδικασιών κατανομής εργασιακού φόρτου και τον αυτοματισμό και έξυπνων τεχνολογιών σε πανεπιστημιακά και ερευνητικά ιδρύματα, στην κατεύθυνση της βιώσιμης ενεργειακής διαχείρισης.

Η συμβολή του ΕΝΕΔΗ στη βιώσιμη ανάπτυξη

Ο μεσο-μακροπρόθεσμος αναπτυξιακός αντίκτυπος του ΕΝΕΔΗ αφορά στην υπεύθυνη κατανάλωση και διαχείριση της ενέργειας από τα πανεπιστημιακά και ερευνητικά ιδρύματα. Ειδικότερα, το παρόν έργο συνεισφέρει στην παραγωγή και διαχείριση ενέργειας υπό το πρίσμα «πράσινων» και «έξυπνων» τεκμηριωμένων λύσεων.

Ο αναπτυξιακός αντίκτυπος του προτεινόμενου έργου τεκμηριώνει την ενεργή συνεισφορά του στη μετάβαση προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα καθώς και στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μέσω της μείωσης της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα.

Επομένως, το προτεινόμενο έργο έχει σημαντική συνεισφορά στη βιώσιμη ανάπτυξη. Στο σύγχρονο μεθοδολογικό πλαίσιο ανάλυσης της βιώσιμης ανάπτυξης, όπως αυτό τεκμηριώνεται στους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) οι οποίοι υιοθετήθηκαν

στην 70η Γενική Συνέλευση του ΟΗΕ στις 25/9/2015, το προτεινόμενο έργο συνεισφέρει στους εξής Στόχους και Υποστόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης:

Στόχος 7: Φτηνή και Καθαρή Ενέργεια - Πρόσβαση σε οικονομική, αξιόπιστη, βιώσιμη και σύγχρονη ενέργεια για όλους.

Υποστόχοι

7.1 Έως το 2030, διασφάλιση της καθολικής πρόσβασης σε προσιτές, αξιόπιστες και σύγχρονες υπηρεσίες ενέργειας.

7.2 Έως το 2030, σημαντική αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα.

7.3 Έως το 2030, διπλασιασμός του παγκόσμιου ποσοστού βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας.

7.α Έως το 2030, ενίσχυση της διεθνούς συνεργασίας ώστε να διευκολυνθεί η πρόσβαση στην έρευνα και τη τεχνολογία καθαρής ενέργειας –συμπεριλαμβανομένων των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, της ενεργειακής αποδοτικότητας και των προηγμένων και καθαρών τεχνολογιών ορυκτών καυσίμων – και να προωθηθούν οι επενδύσεις σε ενεργειακές υποδομές και τεχνολογίες καθαρής ενέργειας.

7.β Έως το 2030, επέκταση των υποδομών και αναβάθμιση της τεχνολογίας για την παροχή σύγχρονων και βιώσιμων υπηρεσιών ενέργειας για όλους στις αναπτυσσόμενες χώρες, και ιδίως στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, στα μικρά αναπτυσσόμενα νησιωτικά καθώς και στα περικλειστά αναπτυσσόμενα κράτη, σύμφωνα με τα αντίστοιχα προγράμματα στήριξής τους.

Στόχος 9: Οικοδομούμε ανθεκτικές υποδομές, προάγουμε τη χωρίς αποκλεισμούς και βιώσιμη βιομηχανοποίηση και ενθαρρύνουμε την καινοτομία

Υποστόχοι

9.1 Δημιουργία ποιοτικών, αξιόπιστων, βιώσιμων και ανθεκτικών υποδομών, συμπεριλαμβανομένων των περιφερειακών και διασυνοριακών υποδομών, για τη στήριξη της οικονομικής ανάπτυξης και της ανθρώπινης ευημερίας, εστιάζοντας στην προσιτή και ισότιμη πρόσβαση σε αυτές για όλους.

9.4 Έως το 2030, αναβάθμιση υποδομών και μετασκευή βιομηχανιών προκειμένου αυτές να καταστούν βιώσιμες, αυξάνοντας την αποδοτική χρήση των πόρων και ενθαρρύνοντας την υιοθέτηση περισσότερο καθαρών και περιβαλλοντικά ορθών τεχνολογιών και βιομηχανικών μεθόδων, με όλες τις χώρες να αναλαμβάνουν δράση, προς αυτή την κατεύθυνση, με βάση τις δυνατότητές τους.

9.5 Ενίσχυση της επιστημονικής έρευνας, αναβάθμιση των τεχνολογικών ικανοτήτων του βιομηχανικού κλάδου σε όλες τις χώρες, και ιδίως στις αναπτυσσόμενες, συμπεριλαμβανομένου, έως το 2030, της ενθάρρυνσης της καινοτομίας και της ουσιαστικής αύξησης του αριθμού των εργαζομένων στον τομέα της έρευνας και της ανάπτυξης, κατά 1 εκατομμύριο, καθώς και της αύξησης των δαπανών για την έρευνα και την ανάπτυξη στον δημόσιο και στον ιδιωτικό τομέα.

9.β Στήριξη της εγχώριας τεχνολογικής ανάπτυξης, έρευνας και καινοτομίας στις αναπτυσσόμενες χώρες, διασφαλίζοντας ένα ευνοϊκό περιβάλλον πολιτικής που θα στηρίζει, μεταξύ άλλων, τη βιομηχανική διαφοροποίηση και την προστιθέμενη αξία των εμπορευμάτων.

9.γ Σημαντική αύξηση της πρόσβασης στην τεχνολογία της πληροφορίας και των επικοινωνιών, και επιδίωξη για την παροχή καθολικής και προσιτής πρόσβασης στο διαδίκτυο στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες έως το 2020.

Στόχος 12: Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή - Βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων.

Υποστόχοι

12.2 Έως το 2030, επίτευξη της βιώσιμης διαχείρισης και της επαρκούς χρήσης των φυσικών πόρων.

12.8 Έως το 2030, διασφάλιση ότι όλοι οι άνθρωποι παντού έχουν την απαραίτητη ενημέρωση και ευαισθητοποίηση σχετικά με τη βιώσιμη ανάπτυξη και έναν τρόπο ζωής σε αρμονία με τη φύση.

12.γ Εξορθολογισμός των μη αποδοτικών επιδοτήσεων για τα ορυκτά καύσιμα, οι οποίες ενθαρρύνουν την ανεξέλεγκτη κατανάλωση, εξαλείφοντας τις στρεβλώσεις της αγοράς, σύμφωνα με τις εθνικές περιστάσεις, και μεταξύ άλλων, μέσω της αναδιάρθρωσης της φορολογίας και της κατάργησης των επιζήμιων επιδοτήσεων, όπου υπάρχουν, ώστε να αποτυπώνονται οι αρνητικές περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις, λαμβάνοντας πλήρως υπόψη τις ιδιαίτερες ανάγκες και συνθήκες των αναπτυσσόμενων χωρών και ελαχιστοποιώντας τις πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξή τους με τρόπο που να προστατεύονται οι φτωχοί και οι πληγείσες κοινότητες.

Στόχος 13: Δράση για το Κλίμα - Άμεση δράση για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και των συνεπειών της.

Υποστόχοι

13.1 Βελτίωση της εκπαίδευσης, ευαισθητοποίησης, καθώς και της ανθρώπινης και θεσμικής ικανότητας σχετικά με θέματα που αφορούν τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, την προσαρμογή, τη μείωση των επιπτώσεων και την έγκαιρη προειδοποίηση.

13.α Εφαρμογή της δέσμευσης που έχουν αναλάβει οι ανεπτυγμένες χώρες μέρη της Σύμβασης-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή, σχετικά με τον στόχο για την από κοινού ετήσια διάθεση 100 δισεκατομμυρίων δολαρίων, μέχρι το 2020, μέσω διαφόρων πηγών, ώστε να αντιμετωπιστούν οι ανάγκες των αναπτυσσόμενων χωρών, στο πλαίσιο της ανάληψης ουσιαστικών δράσεων άμβλυνσης των επιπτώσεων και διαφάνειας στην εφαρμογή, και την πλήρη λειτουργία του Πράσινου Ταμείου για το Κλίμα μέσω της κεφαλαιοποίησής του το συντομότερο δυνατό.

13.β Προώθηση μηχανισμών για την αύξηση της ικανότητας σχετικά με τον αποτελεσματικό σχεδιασμό και τη διαχείριση θεμάτων που αφορούν την κλιματική αλλαγή στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες και στα μικρά αναπτυσσόμενα νησιωτικά κράτη, συμπεριλαμβανομένων των γυναικών, των νέων καθώς και των τοπικών και περιθωριοποιημένων κοινοτήτων.

5. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα του Πακέτου Εργασίας 6 και ειδικότερα του συγκεκριμένου παραδοτέου τεκμηριώνουν την συμβολή του έργου στην εξοικονόμηση ενέργειας. Ειδικότερα, το παραδοτέο 6.χ.3 τεκμηριώνει τις θετικές επιπτώσεις στις περιβαλλοντικές παραμέτρους που σχετίζονται με τον Άξονα Προτεραιότητας 2 και τον ειδικό στόχο 2.1.

Τα νεωτερικά συστήματα ενεργής διαχείρισης της κατανομής υπολογιστικού φορτίου έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και τη μείωση των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στη διασυνωριακή περιοχή. Παράλληλα, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών διατάξεων για τη παραγωγή μέρους της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνει το ποσοστό συνεισφοράς με την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.

Το παρόν παραδοτέο αναδεικνύει τη συμβολή του ΕΝΕΔΗ στον λειτουργικό μετασχηματισμό των εταιρών του. Ειδικότερα, στο σύγχρονο τεχνο-οικονομικό περιβάλλον, οι ευκαιρίες οι οποίες αναδεικνύονται ως προς την παραγωγή και τη διαχείριση της ενέργειας είναι οι εξής:

- Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ):
- Ανασχεδιασμός διαδικασιών κατανομής εργασιακού φόρτου:
- Αυτοματισμοί και έξυπνες τεχνολογίες:

Η αξιοποίηση των παραπάνω ευκαιριών προϋποθέτει καταγραφή και ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης, καθώς επίσης και στρατηγικό, τακτικό και λειτουργικό σχεδιασμό.

Ωστόσο, για την επίτευξη οικονομιών κλίμακας και οικονομιών φάσματος, η ανάπτυξη και χρήση κοινών διεπαφών και διαδικασιών μεταξύ των πανεπιστημιακών και ερευνητικών ιδρυμάτων κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική.

Στο πλαίσιο της παραπάνω προσέγγισης, το παρόν έργο έχει σημαντικό αναπτυξιακό αντίκτυπο εφόσον εγκαθιστά τόσο τους τεχνικούς μηχανισμούς όσο και την οργανωσιακή κουλτούρα για χρήση ενέργειας από ΑΠΕ, μέτρηση και καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης (κατανάλωση ενέργειας στις εκάστοτε εγκαταστάσεις, γενικά χαρακτηριστικά των κτιρίων και των εξοπλισμών, σημεία όπου γίνεται μέγιστη κατανάλωση ενέργειας, ποσά που καταβάλλονται στον πάροχο ενέργειας).

Επίσης, το παρόν παραδοτέο αναδεικνύει τη συμβολή του ΕΝΕΔΗ στη βιώσιμη ανάπτυξη και ειδικότερα, στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης:

Στόχος 7: Φτηνή και Καθαρή Ενέργεια - Πρόσβαση σε οικονομική, αξιόπιστη, βιώσιμη και σύγχρονη ενέργεια για όλους.

Στόχος 9: Οικοδομούμε ανθεκτικές υποδομές, προάγουμε τη χωρίς αποκλεισμούς και βιώσιμη βιομηχανοποίηση και ενθαρρύνουμε την καινοτομία

Στόχος 12: Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή - Βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων.

Στόχος 13: Δράση για το Κλίμα - Άμεση δράση για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και των συνεπειών της.

Συνολικά, ο αναπτυξιακός αντίκτυπος του παρόντος έργου αποτελεί προϋπόθεση για τον ανασχεδιασμό διαδικασιών κατανομής εργασιακού φόρτου και τον αυτοματισμό και έξυπνων τεχνολογιών σε πανεπιστημιακά και ερευνητικά ιδρύματα, στην κατεύθυνση της βιώσιμης ενεργειακής διαχείρισης.

6. Παραρτήματα

Παράρτημα 1:

Πίνακες κατανάλωσης και εξοικονόμησης ενέργειας στο Κέντρο Δεδομένων ΕΔΕΤ
(πηγή: παραδοτέο 6.1.2)

Παράρτημα 2:

Πίνακες κατανάλωσης και εξοικονόμησης ενέργειας στο Κέντρο Δεδομένων Π.Κύπρου
(πηγή: παραδοτέο 6.3.1 και 6.3.2)

Παράρτημα 2

Η κατανάλωση ενέργειας στο ΚΔ προκύπτει όπως έχει αναφερθεί πιο πάνω από το φορτίο πληροφορικής (IT Load) και τις υπόλοιπες υποστηρικτικές διεργασίες που απαιτούνται για την διατήρηση των ομαλών συνθηκών λειτουργίας. Οι υποστηρικτικές αυτές διεργασίες (λειτουργία συστήματος κλιματισμού, φωτισμού κτλ) είναι συναρτώμενες τόσο του φορτίου πληροφορικής όσο και άλλων εξωγενών παραγόντων που επηρεάζουν την ενεργειακή απόδοση των διεργασιών αυτών. Τέτοιο παράδειγμα είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος που επηρεάζει την απόδοση των συστημάτων κλιματισμού και κατ' επέκταση την κατανάλωση ενέργειας του ΚΔ.

Η εκτίμηση της κατανάλωσης ενέργειας έγινε βασιζόμενη είτε σε παραδοχές εκεί όπου είναι δύσκολο να προσμετρηθούν ακριβή στοιχεία, είτε σε υπολογισμούς και ανάλυση.

Ο υπολογισμός του φορτίου πληροφορικής έγινε με την χρήση της εξίσωσης που παρουσιάζεται πιο κάτω και συσχετίζει την ισχύ του συστήματος, τις ώρες λειτουργίας του κόμβου (8760 ανά έτος που αντιπροσωπεύει συνεχή λειτουργία) και τους συντελεστές χρήσης και ποικιλομορφίας.

$$E_{IT} = P_{IT} \times n\% \times d\% \times 8760$$

όπου, E_{IT} η κατανάλωση ενέργειας λόγω φορτίου πληροφορικής [kWh]
 P_{IT} η ισχύς του φορτίου πληροφορικής [kW]
 $n\%$ ο συντελεστής χρήσης [%]
 $d\%$ ο συντελεστής ποικιλομορφίας (diversity factor) [%]

Στην εκτίμηση, έχουν προσμετρηθεί 2% διάφορες απώλειες καθώς και 1% ως απώλεια ενέργειας από την λειτουργία αναμονής του συστήματος αδιάλειπτης παροχής ρεύματος.

Για τον υπολογισμό της ενέργειας που καταναλώνει το σύστημα φωτισμού, χρησιμοποιήθηκε η πιο κάτω εξίσωση που συσχετίζει την κατανάλωση με την ένταση φωτισμού και τις ώρες που απαιτείται η ενεργοποίηση του συστήματος. Έχει γίνει παραδοχή ότι το σύστημα φωτισμού χρησιμοποιείται οκτώ ώρες την ημέρα, πέντε ημέρες την εβδομάδα που αντιστοιχεί σε 2.080 ώρες σε ετήσια βάση.

$$E_L = I_L \times A \times 2080$$

όπου, I_L η ένταση του συστήματος φωτισμού [kW / m²]
 A το εμβαδό του ΚΔ [m²]

Η ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού είναι άμεσα συσχετισμένη με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, ιδιαίτερα με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Το σύστημα κλιματισμού για να κλιματίσει τον εσωτερικό χώρο, αποβάλλει θερμότητα στο περιβάλλον, μέσω του ψυκτικού κύκλου. Οι συνθήκες που επικρατούν επηρεάζουν την αποδοτικότητα της διεργασίας αυτής, μεταβάλλοντας την ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού.

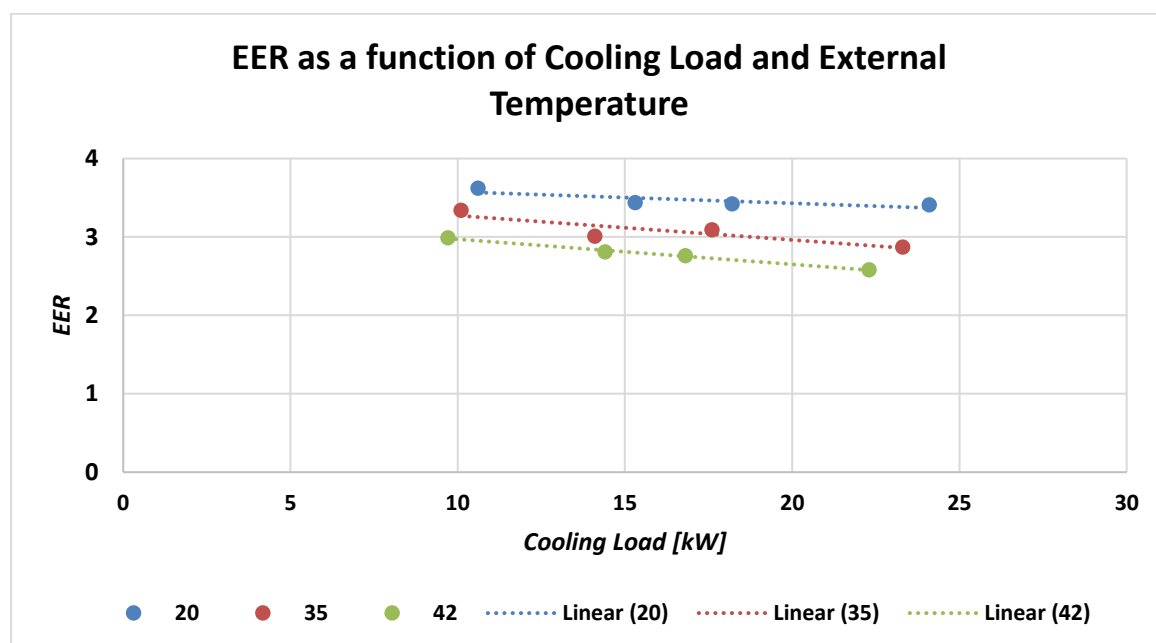
Κατά αντίστοιχο τρόπο η ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού, επηρεάζεται και από την ισχύ που καταναλώνεται σε σχέση με την δυναμικότητα του συστήματος, με το ποσοστό φόρτισης δηλαδή που προκύπτει κάθε στιγμή, για το σύστημα κλιματισμού.

Για την εκτίμηση κατανάλωσης ενέργειας του συστήματος κλιματισμού, λόγω της πολυπλοκότητας που αναφέρθηκε πιο πάνω καθώς και του γεγονότος ότι η

κατανάλωση είναι σημαντικό μέγεθος σε σχέση με το συνολικό, υιοθετήθηκε η μεθοδολογία ανάλυσης ASHRAE Bin Method, που εξετάζει την συμπεριφορά των συστημάτων σε διαφορετικές περιπτώσεις.

Η ανάλυση αυτή γίνεται για όλο το εύρος εξωτερικής θερμοκρασίας που μπορεί να εμφανιστεί στις συνθήκες του έργου (0°C - 44°C), λαμβάνει υπόψη την συχνότητα εμφάνισης κάθε θερμοκρασίας καθώς επίσης και την ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού όπως δίδεται από τον κατασκευαστή σε σημεία φόρτισης 25%, 50%, 75% και 100%, της ονομαστικής ισχύος του συστήματος.

Η σχέση της ενεργειακής απόδοσης που δίδεται από τον λόγο EER (Energy Efficiency Ratio) μεταξύ της ισχύος του συστήματος (όπως προκύπτει άμεσα από το ποσοστό φόρτισης) και της εξωτερικής θερμοκρασίας, για σκοπούς αυτής της ανάλυσης θεωρείται γραμμική και παρουσιάζεται στο διάγραμμα πιο κάτω για τρεις συγκεκριμένες θερμοκρασίες (20°C, 35°C, 42°C):



Με βάση τα πιο πάνω, υπολογίζεται ο πραγματικός βαθμός απόδοσης EER που μπορεί να προκύψει για κάθε πιθανό συνδυασμό θερμοκρασίας και ψυκτικού φορτίου ανά πάσα στιγμή. Συνυπολογίζοντας την πιθανότητα εμφάνισης της εξωτερικής θερμοκρασίας και του ψυκτικού φορτίου προκύπτει ο μέσος ετήσιος σταθμισμένος συντελεστής απόδοσης του συστήματος κλιματισμού $EER_{average} = 3,43$. Αυτό στην πραγματικότητα σημαίνει ότι κάθε κιλοβατώρα πρωτογενούς ενέργειας (ηλεκτρικής ενέργειας) παράγει 3,43 κιλοβατώρες ψύξης. Έτσι υπολογίζεται ότι για την λειτουργία του συστήματος κλιματισμού η ετήσια κατανάλωση είναι 33.366 kWh ηλεκτρικής ενέργειας.

Συγκεντρωτικά ο υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας παρουσιάζεται στον Πίνακα 1, πιο κάτω.

Πίνακας 4: Εκτιμώμενη ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το Κέντρο Δεδομένων

Τύπος	Κατανάλωση (KWh)
Φωτισμός	661
IT	85.848
Ψύξη	33.366

Διάφορα	1.717
Απώλειες	858
Σύνολο	122.450

Σε συνέχεια των πιο πάνω υπολογισμών, υπολογίζεται ο θεωρητικός δείκτης PUE (Power Unit Effectiveness) ο οποίος αντιπροσωπεύει το πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιείται η ενέργεια σε ένα κόμβο δεδομένων. Το PUE είναι ο λόγος της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας με την ενέργεια που χρησιμοποιούν τα υπολογιστικά συστήματα και δίδεται από την πιο κάτω εξίσωση:

$$PUE = \frac{\text{Total Facility Energy}}{\text{IT Equipment Energy}}$$

Στην συγκεκριμένη περίπτωση το PUE υπολογίζεται σε:

$$PUE = \frac{\text{Total Facility Energy}}{\text{IT Equipment Energy}} = \frac{122.450}{85.848} = 1,426$$